

# 煤和不同主岩干酪根 镜质组反射率差异性的研究

吴保军

赵师庆

(煤炭科学研究院合肥研究所) (淮南矿业学院, 安徽淮南)

主岩岩相对其中的有机碎屑的镜质组反射率的影响, 是应用上的一个重要问题。我们在淮北矿区对石炭二叠纪含煤地层中的煤和几种主要岩石中的干酪根作了反射率测定, 同时对分散有机质镜质组反射率数据处理和取值的方法作了具体的研究。结果表明, 与同层位煤的镜质组反射率相比, 泥岩、砂岩和灰岩的镜质组反射率的变化幅度分别为+6—10%、-1—16%和+4—14%。另外, 从某种意义上说, 对分散有机质而言, 反射率数据处理与取值的方法比反射率测量本身更为重要。

## 一、引言

最近十多年来, 煤岩学中镜质组反射率( $R^{\circ}$ )在地质学的许多方面得到广泛的应用, 尤其在石油、天然气研究中, 它已成为不可缺少的有机成熟度指标(Stache, E.等, 1982)。但应当看到, 这一光学方法还存在许多尚待进一步解决的问题, 尤其用于研究分散有机质时更是如此。

Yvon Heroux (1979) 指出了光学方法存在下列局限性: (1) 选择镜质组时缺少参照组份; (2) 在前石炭系地层中缺乏镜质组; (3)  $R^{\circ} < 0.3\%$  时可靠性差; (4) 在镜质组和惰性组之间存在过渡组份; (5) 再沉积有机质的存在影响反射率直方图; (6) 主岩(host rock)岩性影响反射率值; (7)  $R^{\circ}$  随煤层厚度增大而增大; (8) 氧化使 $R^{\circ}$ 降低。

自70年代初期国际煤岩学委员会(ICCP)成立煤岩学在地质上的应用分会以来, 对上述问题曾先后多次研究和讨论, 但大多没有定论。我们主要对上述第(6)个问题进行实例研究。

## 二、前人的研究

煤与不同主岩中镜质组反射率的差异性问题的研究, 国外学者曾作过一定的研究。Timofeev和Bogolyubova (1970) 发现泥岩、页岩和砂岩中的煤包体始终比相同层位煤层的变质程度低, 同时它们的镜质组反射率依次递减。泥岩较煤的镜质组反射率低10%, 砂岩低22%, 并认为这是由于埋藏环境的不同所致。

N.H. Bostick (1973) 对砂岩、泥岩和灰岩的干酪根与煤的镜质组反射率作了比较。与同层位的煤相比, 这些岩石中干酪根的镜质组反射率增值分别为: 砂岩+2—

-31%、泥岩和灰岩+2--17%，即岩石中分散有机质干酪根的镜质组反射率几乎都低于煤的镜质组反射率，其中砂岩的镜质组反射率最低。

平井明夫(1979)在研究日本第三系油井反射率资料时发现，砂岩样品测得的 $R^\circ$ 值比页岩的 $R^\circ$ 低，从而认为只有以页岩为主的镜质组反射率，才能使 $R^\circ$ 与深度具有良好的关系，并以此作为真正煤阶的代表。

W. D. Kalkreuth (1980)的研究发现，砾岩中煤粒的反射率值比相邻煤层中镜质组的 $R^\circ$ 低得多，由高挥发份烟煤A降到中挥发份烟煤。

### 三、方 法

样品来自淮北宿县矿区，采样层位为石炭二叠纪含煤地层(表1)。分散有机质干酪根均由岩样经盐酸和氢氟酸处理所得，为不影响对比，煤也同样作酸处理。测定反射率用的光片均按国际标准化组织(ISO)的《烟煤和无烟煤的煤岩分析方法》进行制作。

反射率测定过程中镜质组的正确选择是一个关键问题。Bostick认为测量对象应是那些低灰群组(low gray population)，即所谓原生镜质组。应尽量排除高灰(high gray)组份的半丝质体、丝质体等，有可能的话还应排除再沉积镜质组(redeposited or reworked vitrinite)。从理论上讲，该方法是可行的，但在实际工作中，特别是在没有参照组份的情况下，要完全排除非原生镜质组是比较困难的，不可否认，实际测量中有可能把某些再沉积的有机碎片也被测量。但一般来说，在直方图上及对剖面的总体分析后可以确认这些组份，并将其剔除，对最后反射率的确定没有多大的影响。事实上，我们实验的样品中有几个样品纯属再沉积有机碎屑(R34、R02)，这些样品根本不能反映正常的热演化程度，因而也就没有比较的意义。

关于反射率数据的处理和取值的方法，一般有四种(赵师庆，1982)：(1)取所测反射率数值的算术平均值；(2)取测点数最多的那一组反射率测值的算术平均值(或峰值)；(3)取最低一组反射率测值的平均值(或最小值)；(4)众数法：反射率值较低的情况下，以一定的 $R^\circ$ 值(如0.04%)为间距分组，取测值最多一组的中间值。

我们认为，对煤来说，第一种方法是可行的，但对于分散有机质就不太适用，因为它无法有效地将非原生镜质组加以排除。使用第二种方法的前提是原生镜质组要占绝对优势，或者有可能把非原生镜质组的测点数降低到最低限度。第四种方法也有与第二种方法类似的局限性。

基于对本区实际情况的分析，我们采用的方法与第三种较为一致。以煤的镜质组反率为基准，与剖面中分散有机质的反射率直方图相对比，从中可以发现(图1)，较低反射率测值组成的正态分布较为稳定，并且在垂直剖面上呈现规律性的变化。另外，区内煤系地层的Ⅲ型干酪根中，次生沥青组份很少<sup>①</sup>，并且我们的采样方式也不会存在由于落井碎屑而引起反射率偏低的现象。因此，我们认为，最低一组反射率测值能反映本区有机质的热演化程度。

①吴保军，1986，淮北宿县矿区石炭二叠纪含煤地层有机质研究(硕士学位论文)。

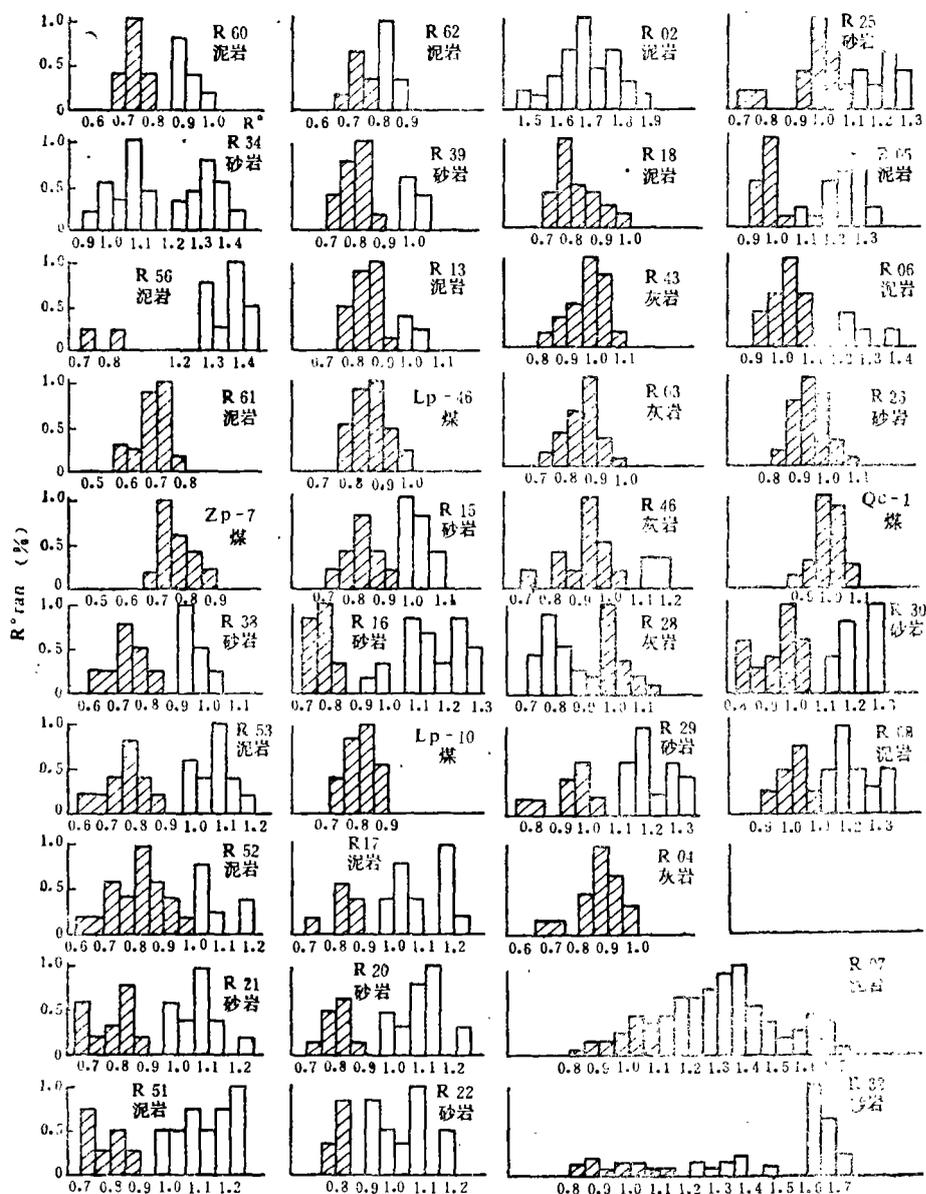


图1 反射率分布直方图

(纵 座 标 是 测 点 数 最 多 一 组 为 1.0 的 相 对 比 值, 阴 暗 部 分 是 反 射 率 平 均 值 的 计 算 范 围)

图1中的反射率直方图大致分为三种类型：Ⅰ，单峰型；Ⅱ，多峰连续型；Ⅲ，多峰断续型。对于第Ⅰ种类型，我们采用对煤的反射率直方图的处理方式，即计算所有测值的平均值（R61、R18、R43、R03、R26）；对于第Ⅲ种类型，原则上取第一个间断区间以前的所有测值的平均值（R60、R39、R38、R53、R21、R51、R16、R20、R22、R30、R32、R56、R17、R46、R25、R29、R04）；第Ⅱ种类型则一般取第一个正态峰中所有测值的平均值（R62、R13、R15、R05、R06、R07、R08）。至于个别特殊样

品,要进行具体分析,如R28灰岩样品中由于有较多的沥青组份,我们则取其反射率直方图中后一个正态峰中测值的平均值。

到目前为止,国际煤岩学委员会还没有可能建立一种确定反射率值普遍适用的统一方法,因此,工作中根据具体情况,确定合理的取值方法,对正确反映热成熟度是极为重要的。

## 四、结果与分析

图1是本文中所有样品的反射率测值频率分布直方图,横坐标是 $R^{\circ}_{T, \dots}(\%)$ ,纵坐标是以该样反射率测点数最多的一组为1.0的相对比值,阴影部分则是我们确定的反射率平均值的计算范围,数据据统计结果见表1。由于许多样品距煤层有一定的距离,为了消除该距离对反射率的影响,更好地探讨二者之间的差异性,我们以0.06/100m的反射率梯度把岩样校正到与煤样相同的层位,即与标准 $R^{\circ}$  [ $R^{\circ}(\text{标}) = \bar{R}^{\circ} + \Delta R^{\circ}_T$ ]相比较。结果表明,与同层位的煤层的镜质组反射率相比,泥岩、砂岩和灰岩的镜质组反射率的变化幅度〔即 $\Delta R^{\circ}/R^{\circ}(\text{煤})$ 〕分别为+6—-10%、-1—-16%和+4—-14%。显然,砂岩的 $R^{\circ}$ 最低,灰岩次之,泥岩最高,并且砂岩中分散有机质的 $R^{\circ}$ 均小于煤的 $R^{\circ}$ ,而泥岩的 $R^{\circ}$ 则上下波动在煤的 $R^{\circ}$ 附近。

关于煤和不同主岩中镜质组反射率差异性的成因问题,存在着不同的解释。反射率不同,意味着热演化程度不同,从这一角度考虑,似乎处于相同地热场的不同岩石中的有机质它们的热效应有所差别。这种差别可能由岩石的渗透性或热导率不同所引起,与有机质共生的矿物种类的不同也会对热反应起到不同程度的催化作用。从有机质本身的性质来考虑,也可能存在差别,不同的植物种类和有机质类型,搬运和沉积过程中不同的变化,成岩作用过程中不同的凝胶化作用等都可能是最终影响反射率的因素。

从以上分析可知,分散有机质的镜质组反射率与煤的镜质组反射率存在一定的差异性,这种差异的大小受许多复杂因素的影响。如果能够掌握主岩与煤之间的镜质组反射率差异规律性的话,那么就可以对其数值进行修正。经过校正后的反射率值就能够较正确地反映该层位的成熟度指标。当然,这项工作很复杂,还待以后不断的探索与研究。

(收稿日期:1988年1月3日)

## 参 考 文 献

- (1) Stach, E. et al., 1982, Stach's Text book of Coal Petrology.
- (2) Yvon Heroux et al., 1979, Correlation and correlation of major thermal maturation indicators, AAPG, Vol. 63, No. 12.
- (3) Timofeev, P.P. and Bogolyubova, L.I., 1970, Postsedimentatsionnyye izmeneniya organicheskogo veshchestva v zavisimosti ot litogicheskikh tipodifatsial'nykh usloviy ikh nakopleniya, in Vassoyevich N.B. (ed.), Organicheskoye veshchestva sovremennykh i iskopayemykh osadkov, Moscow, Nauka Press, P. 169—190.
- (4) Neely, H., Bostick and James, N., Foster, Comparison of vitrinite reflectance in coal seams and in kerogen of sandstones, shales and limestones in the same part of asdim-

表 1 分散有机质与煤的镜质组反射率比较

样品号	采样层位	$\bar{R}^*$	对比煤层及其 $\bar{R}^*$ (煤)	岩层与煤层垂距(m)	R*梯度增值 $\Delta R^*_T$	标准R*(标) $=R^* + \Delta R^*_T$	$\Delta R^* = R^*(标) - \bar{R}^*(煤)$	$\Delta R^*/\bar{R}^*(煤)\%$				
								泥 岩	砂 岩	灰 岩		
R60	P <sub>1</sub>	0.74	Zp-7 0.76	+120	+0.07	0.81	+0.05	+6				
R34				+10								
R56				0.70	+6	±0.00	0.70	-0.06	-8			
R61				0.69	+1	±0.00	0.69	-0.07	-9			
R62				0.73	-1	±0.00	0.73	-0.03	-4			
R39				0.80	+20	+0.01	0.81	-0.05		-6		
R13		Lp-96 0.86	0.84	+1	±0.00	0.84	-0.02	-2				
R15				-1	±0.00	0.83	-0.03		-3			
R38				0.72	-6	±0.00	0.72	-0.14		-16		
R53				0.77	-6	±0.00	0.77	-0.09	-10			
R52			P <sub>1</sub>	0.81	+9	+0.01	0.82	+0.01	+1			
R21					+30	+0.02	0.80	-0.01		-1		
R51		0.79		+1	±0.00	0.79	-0.02	-2				
R16	Lp-10 0.81	0.76		+1	±0.00	0.76	-0.05		-6			
R17				-1	±0.00	0.83	+0.02	+2				
R20				0.81	-20	-0.01	0.80	-0.01		-1		
R22				0.82	-74	-0.04	0.78	-0.03		-4		
R02				-45								
R18		0.86		-88	-0.05	0.81	±0.00	±0				
R43	C <sub>1</sub>	0.97		+105	+0.06	1.03	+0.04			+4		
R03			0.85	+73	+0.04	0.89	-0.10			-10		
R46			0.93	+77	+0.05	0.98	-0.01			-1		
R25			0.95	+25	+0.01	0.96	-0.03		-3			
R05			0.90	+4	±0.00	0.96	-0.03	-3				
R06		Qc-1 0.99	1.02	+4	±0.00	1.02	+0.03	+3				
R26				+2	±0.00	0.94	-0.05		-5			
R28				1.00	-20	-0.01	-0.99	±0.00			±0	
R29				0.93	-23	-0.01	0.92	-0.07		-7		
R04				0.87	-41	-0.02	0.85	-0.14			-14	
R30				0.93	-48	-0.03	0.90	-0.09		-9		
R07				0.98	-53	-0.03	0.95	-0.04	-4			
R08				1.01	-53	-0.03	0.98	-0.01	-1			
R32			0.96	-77	-0.05	0.91	-0.08		-8			

- entarg section, *Petrographie Organique of Potentiel Petrolier*, P.13—25.
- (5) W.D.Kalkreuth, 1982, Rank and Petrographic composition of Selected Jurassic-lower Cretaceous Coals of British Columbia, Canada, *Bull.of Canad.Petro.geology*, Vol.30, NO.2, P.112.
- (6) L.C.Price, 1985, Suppression of vitrinite reflectance in amorphous rich kerogen major unrecognized Problem, *J.Petro.geol.*, Vol.8, NO.1, P.5P—84.
- (7) 赵师庆, 煤岩学与油气勘探的关系, 淮南矿业学院学报, 1982年第1期.

## DIFFERENTIAL STUDY ON VITRINITE REFLECTANCE OF MACERALS FROM COAL AND KEROGENS OF DIFFERENT HOST ROCKS

Wu Baojun

(Scientific Research Institute of Coals, Hefei)

Zhao Shiqing

(Geology Department of Huainan Mining Industry Institute)

### Abstract

The influence of hostrock petrofacies on vitrinite reflectance for organic clastics is an important problem in the study of thermal evolution of organics. The coal in coal-bearing strata and kerogens in several dominant rocks of Carboniferous - Permian in Huaibei (north Anhui) were measured for vitrinite reflectance, moreover the methods of data process and value determination for vitrinite reflectance of dispersed organics were also studied.

The results show that the vitrinite reflectance in kerogen from mudstone, sandstone, limestone differ from that of coal in the same horizon by +6--10%, -1--16% and +4--14%, respectively, which means that the data process and value determination for vitrinite reflectance are more important than the reflectance determination itself.